

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Aplikasi *Smartphone*

Aplikasi ialah perangkat lunak yang dirancang untuk melakukan perintah penggunaannya untuk mencapai hasil yang lebih tepat sesuai dengan tujuan asli pembuatan aplikasi tersebut (Hasan & Asep, 2014). *Smartphone* digunakan oleh tiap manusia untuk berkomunikasi dan berbagai keperluan lainnya dengan praktis. *Smartphone* merupakan telepon seluler yang dilengkapi sistem operasi untuk penggunaan masyarakat luas yang berfungsi bukan hanya untuk SMS maupun telepon, tetapi juga memungkinkan untuk menambah aplikasi atau mengubah fungsi sesuai keinginan pengguna (Baridwan, 2010).

Smartphone merupakan alat bantu teknologi yang dapat mendukung pembelajaran (Shrestha, 2014). Pada saat ini *smartphone* merupakan salah satu dari banyaknya alat komunikasi yang seringkali digunakan oleh berbagai kelompok masyarakat dan bukan hanya digunakan untuk alat komunikasi saja, namun telah menjadi kebutuhan primer. Dalam proses belajar, *smartphone* seringkali digunakan oleh guru dan peserta didik sebagai alat yang cukup efektif untuk meningkatkan proses belajar. Dengan adanya *smartphone*, proses pembelajaran bisa dilakukan di luar kelas. Aplikasi *smarthphone* dapat dimanfaatkan sebagai sarana belajar yang dapat mewujudkan prestasi akademik peserta didik karena adanya minat belajar peserta didik.

2. *Edugames*

Edugames berasal dari dua kata yaitu *education* dan *games*. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) *Education* berarti Pendidikan, dan *games* berarti Permainan. Dalam kegiatan belajar mengajar, *game* merupakan media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan oleh guru (Khasanah & Irmaningrum, 2021). *Game* bisa dimanfaatkan sebagai media belajar yang seru bagi peserta didik maupun orang dewasa selain itu juga dapat meningkatkan sikap pemecahan masalah (Septian & Kusumaningsih, 2023). *Edugames* merupakan suatu permainan yang telah dirancang khusus sebagai media pembelajaran yang dapat memperluas

dan memperkuat konsep, memahami sebuah peristiwa historis atau budaya, serta sebagai media yang dapat membantu dalam mempelajari keterampilan (Budiman *et al.*, 2017).

Permainan edukasi merupakan permainan yang membantu kegiatan pembelajaran dalam mempelajari konsep dan mendorong peserta didik untuk paham mengenai materi dengan permainan yang tersedia di dalam media *games* (Khasanah *et al.*, 2023). Adanya permainan edukasi dapat memfasilitasi proses pembelajaran, membuat peserta didik memiliki ruang untuk berkembang serta meningkatkan pemikirannya, dapat meningkatkan pengalaman belajar bagi peserta didik dan membuat lingkungan bermain jauh lebih menyenangkan, serta dapat dijadikan sebagai media dalam membantu penalaran dan pemahaman peserta didik. Pembelajaran menggunakan media *games* dapat meningkatkan daya serap otak dan meningkatkan daya ingat, karena kegiatan pembelajarannya berkesan sehingga memori akan tersimpan lebih lama di dalam otak (Fitri *et al.*, 2023).

Permainan adalah salah satu sistem yang dapat digabungkan ke dalam program multimedia pembelajaran interaktif (Surjono, 2017). Jenis *edugames* yang dapat diterapkan yaitu *adventure*, *board*, *card*, *role-playing*, dan *quiz*. Dalam *edugames* harus memperhatikan adanya aturan, petunjuk, tujuan, tantangan, waktu, nilai, penghargaan, dan hukuman (Surjono, 2017). Hal tersebut menunjukkan bahwa *edugames* merupakan sebuah multimedia interaktif dalam proses pembelajaran yang dapat menggabungkan elemen pembelajaran atau nilai-nilai Pendidikan ke dalam proses pembelajaran (Adli *et al.*, 2018). *Edugames* merupakan pendidikan yang membuat peserta didik senang dapat menjadi media pelatihan yang baik dalam permainan dengan konten yang mendidik dan edukatif. Tentunya banyak tipe dan jenis *game* yang bisa dimainkan oleh peserta didik, salah satunya yaitu *ethno-edugames*.

3. Ethno-edugames

Ethno-edugames berasal dari tiga kata yaitu *ethno*, *education*, dan *games*. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) *ethno* berarti etnik atau budaya, *education* berarti Pendidikan, dan *games* berarti Permainan. *Ethno-edugames* merupakan permainan edukasi yang digunakan sebagai media pembelajaran dengan mengusung tema kearifan lokal atau budaya lokal. Tujuan dari adanya *ethno-*

edugames yaitu untuk melestarikan serta mempertahankan kearifan lokal dengan melibatkan peserta didik.

Teknologi yang berkembang dengan cepat mempengaruhi kebudayaan Indonesia sehingga eksistensi kebudayaan Indonesia dapat menurun. Menurut Wati & Dewi (2021) dalam menjaga kebudayaan suatu bangsa, masyarakat memiliki kedudukan sebagai pemilik asli dari adanya kebudayaan tersebut. Salah satu cara untuk melestarikan budaya adalah dengan mengintegrasikan elemen kebudayaan ke dalam pembelajaran di bidang Pendidikan formal. *Ethno-edugames* merupakan *games* edukasi dengan konsep kearifan lokal berupa permainan tradisional yang dikemas ke dalam sebuah aplikasi pada *smartphone* sebagai media pembelajaran (Fitri, 2023).

Permainan tradisional atau *ethno-edugames* memiliki kesempatan besar untuk dijadikan sebagai sebuah media pembelajaran dengan dikemas menjadi sebuah aplikasi yang dapat dimainkan pada *smartphone*. Dengan begitu permainan tradisional akan tetap dilestarikan dengan mengkolaborasikan perkembangan teknologi saat ini. Media pembelajaran *ethno-edugames* memiliki beberapa kelebihan yaitu menjadikan peserta didik tidak jenuh ketika belajar dan peserta didik mudah dalam memahami materi yang menjadikan hasil belajarnya dapat meningkat karena media pembelajaran ini menggunakan konsep permainan (Fitri, 2023). Penggunaan *game* edukasi di masyarakat adalah untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik dan menciptakan jembatan antara guru dan peserta didik, menyediakan sumber daya untuk kegiatan peserta didik (Hermawati, 2023).

4. Sangkuriang

Keberagaman warisan budaya dan sastra Indonesia tidak ternilai harganya. Salah satu warisan budaya yang sangat beragam yaitu cerita rakyat. Cerita rakyat adalah kepercayaan, legenda, dan adat istiadat suatu bangsa yang sudah ada sejak lama dan diwariskan dari generasi ke generasi kepada generasi selanjutnya yang diwariskan secara tulisan maupun lisan (Supriadi, 2012). Cerita rakyat tergolong kedalam kebudayaan ide yang berarti mengandung prinsip-prinsip yang penting untuk kehidupan bermasyarakat. Upaya pelestarian cerita rakyat perlu dilakukan sehingga nantinya dapat diwariskan ke generasi berikutnya. Diantara banyaknya

warisan budaya dan sastra, wilayah Sunda mempunyai warisan cerita rakyat yang memiliki jumlah yang banyak.

Cerita rakyat yang ada dari daerah Sunda salah satunya yaitu Sangkuriang. Sangkuriang merupakan salah satu tokoh populer dari cerita rakyat. Legenda sangkuriang adalah satu dari sekian banyak cerita rakyat asal dari Jawa Barat dan berhubungan dengan legenda tangkuban perahu yang merupakan salah satu gunung aktif di Jawa Barat. Kisah sangkuriang mengesahkan tentang kegagalan seorang pria bernama Sangkuriang dalam upayanya untuk menikahi seorang Wanita bernama Dayang Sumbi.

Cerita Sangkuriang ini pada mulanya beredar dari mulut ke mulut, kemudian seiring berjalannya waktu cerita Sangkuriang ini dijadikan buku dan diangkat ke dalam sebuah drama hingga film kartun, dan layar lebar. Dengan adanya cerita rakyat Sangkuriang ini diharapkan dapat memperkenalkan keberagaman budaya dari adanya legenda sangkuriang kepada peserta didik. Sangkuriang diadopsi menjadi sebuah *edugames* dimana terdapat petualangan untuk menjelajahi pulau-pulau menggunakan sebuah perahu untuk mencapai pulau terakhir. Pulau terakhir dapat dicapai ketika peserta didik berhasil mengisi soal-soal dengan benar.

5. Hasil Belajar

Hasil belajar didefinisikan sebagai perubahan perilaku yang dihasilkan dari tindakan individu. Pengetahuan, keterampilan, dan sikap adalah perubahan perilaku yang dapat diukur dan diamati. Hasil belajar dapat menjadi tolak ukur keberhasilan pembelajaran. Hasil belajar adalah alat yang dapat dimiliki peserta didik setelah menerima pendidikan (Tethool *et al.*, 2021).

Hasil belajar merupakan alat untuk mengukur keberhasilan proses pembelajaran. Ricardo & Meilani (2017) mengemukakan bahwa hasil belajar berfungsi sebagai dasar untuk mengukur kemajuan prestasi akademik peserta didik, dan sangat penting untuk membuat rencana pembelajaran masa depan yang lebih efisien dan membangun hubungan antara pengetahuan yang akan diperoleh oleh peserta didik dengan metode evaluasi peserta didik. Wasti (2013) mengemukakan bahwa hasil belajar merupakan perolehan hasil setelah diadakannya ujian tes pada tiap akhir pembelajaran yang dinyatakan dalam bentuk angka atau skor.

6. Kondisi Sekolah

SMA Pasundan 8 Bandung yang berlokasi di Jl. Cihampelas No. 167, Cipaganti, Kec. Coblong, Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. Sekolah ini berlokasi di tengah Kota Bandung sehingga mudah dijangkau dengan kendaraan umum, begitupun suasana sekolah yang baik membuat peserta didik SMA Pasundan 8 Bandung mempunyai potensi dalam bidang akademik maupun non-akademik ditunjang dengan kegiatan ekstrakurikuler yang dapat menampung dan menyalurkan minat, bakat, dan kegemaran peserta didik.

Fasilitas dan media pembelajaran yang dimiliki oleh SMA Pasundan 8 Bandung termasuk dalam kategori cukup lengkap dan dapat dimanfaatkan dengan sangat baik. Adanya alat penunjang mata pelajaran dapat memudahkan proses pembelajaran seperti proyektor, alat laboratorium, alat peraga dan buku ajar. Fasilitas sekolah yang cukup lengkap, seperti ruang kelas, ruang pertemuan, UKS, laboratorium, perpustakaan, kantin serta mushola yang memadai.

7. Analisis Materi

Ekosistem ialah mata pelajaran biologi kelas X MIPA semester genap. Dokumen ini mencantumkan sumber-sumber utama dari kurikulum 2013:

3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut

4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus biogeokimia)

Ekosistem adalah sebuah sistem yang terintegrasi di mana organisme dan lingkungannya terkait erat atau berhubungan erat dan saling berdampak satu sama lain.

A. Komponen Ekosistem

Ekosistem ialah suatu unit kehidupan yang terdiri dari makhluk hidup atau benda-benda biologis yang berinteraksi dengan berbagai benda mati atau benda-benda abiotik untuk membentuk suatu sistem.

a. Komponen Biotik

Komponen biotik adalah komponen ekosistem yang diklasifikasikan sebagai organisme. Komponen biologis dari suatu ekosistem; termasuk produsen, konsumen, dekomposer, dan detritivor.

- Produsen: Organisme yang dapat menggunakan energi matahari untuk menghasilkan senyawa organik dari bahan anorganik.
- Konsumen: Organisme yang mendapatkan bahan organik dari organisme lain.
- Dekomposer: Organisme yang dapat menguraikan sisa-sisa organisme hidup atau menguraikan organisme mati menjadi senyawa organik.
- Detritivor: Organisme sejenis bakteri yang memakan sisa organisme

Berdasarkan cara memperoleh makanannya, komponen biotik dibagi menjadi autotroph dan heterotroph:

- Autotroph (Auto = sendiri dan trophikos = menyediakan makanan), Oleh karena itu, autotrof dapat didefinisikan sebagai organisme yang dapat menyediakan makanannya sendiri, seperti tanaman hijau, dan sering kali bertindak sebagai produsen.
- Heterotroph didefinisikan sebagai organisme yang menggunakan senyawa organik yang diperoleh dari makhluk hidup lain, seperti hewan.

b. Komponen Abiotik

Komponen abiotik merupakan komponen materi yang tergolong makhluk tak hidup atau benda mati yang ada di sekitar organisme, misalnya tanah, air, suhu, udara, cahaya matahari, kelembapan udara, dan topografi.

- Cahaya, sinar matahari, adalah antibiotik yang mempengaruhi hampir semua yang ada di bumi, terutama tanaman dan organisme lain yang mengandung klorofil.
- Suhu mempengaruhi organisme dalam ekosistem, jika suhu tidak sesuai maka organisme harus menyesuaikan diri atau beradaptasi dengan lingkungan.
- Air mempengaruhi ekosistem karena kehidupan membutuhkannya. Bagi hewan dan tumbuhan air, komposisi kimiawi dan kimiawi air memengaruhi kelangsungan hidup mereka.
- Udara, terutama angin yang dapat menggerakannya, berperan penting dalam mempengaruhi ekosistem dan menentukan jenis organisme yang ada di dalamnya.

- Topografi dan ketinggian secara langsung mempengaruhi kandungan oksigen dan tekanan udara. Semakin tinggi tempat, semakin rendah tekanan udara dan kandungan oksigen.
- Tanah adalah pusat dan lingkungan makhluk hidup. Sifat-sifat tanah seperti keasaman, tekstur, dan kandungan halus mempengaruhi jenis organisme yang hidup di dalamnya.

B. Organisasi Kehidupan

Organisasi kehidupan dalam biologi berkisar dari yang kecil dan sederhana hingga yang besar dan kompleks. Urutannya adalah sel-jaringan-organ-sistem-organ-organisme. Organisasi ekosistem adalah individu-populasi-komunitas-ekosistem.

- a. Individu adalah fungsi dan struktur terkecil dalam ekosistem.
- b. Populasi merupakan sekelompok individu dari spesies yang sama yang tinggal di area tertentu.
- c. Komunitas adalah sekelompok individu yang berbeda yang memiliki hubungan satu sama lain dan satu sama lain. Di dalam masyarakat, terdapat interaksi antara organisme yang membentuk komunitas tersebut.
- d. Ekosistem sebenarnya adalah keterkaitan antara materi biotik (mahluk hidup) dan materi abiotik (mahluk tak hidup). Ini adalah hubungan antara hal-hal yang menciptakan tubuh. Ini berarti hubungan yang penting.

Semua organisme pada suatu ekosistem hidup di lokasi tertentu yang disebut habitat. Habitat secara umum dapat dijelaskan sebagai lingkungan tempat organisme hidup. Suatu spesies hanya mempunyai satu tempat di dalam ekosistem. Selain habitat, kata "niche" juga ditemukan dalam ekosistem. Nisia adalah keadaan fungsional organisme dalam suatu ekosistem, termasuk habitat, perilaku, dan perilaku lainnya.

Pada sebuah ekosistem yang seimbang, masing-masing spesies mempunyai peran ekologisnya sendiri-sendiri. Dengan demikian, keduanya tidak dapat hidup di tempat yang sama dalam waktu yang lama dalam suatu ekosistem. Jika dua spesies berada di posisi yang sama di tempat yang sama, persaingan yang ketat dapat terjadi. Salah satu hewan akan menghilang dari ekosistem dan lenyap, atau

bahkan mungkin menemukan ceruk ekologi yang baru. Kombinasi ekosistem di Bumi disebut biosfer.

C. Interaksi Antar Komponen Ekosistem

Interaksi antar komponen ekosistem diantaranya interaksi antar biotik dengan biotik maupun biotik dengan abiotik.

a. Interaksi antara komponen biotik dengan biotik

Interaksi ini terjadi antar organisme, antar populasi, dan antar komunitas.

1) Interaksi antar organisme

Semua makhluk hidup memiliki ketergantungan pada kehidupan lain. Meskipun orang berasal dari satu kelompok masyarakat atau kelompok masyarakat lain, setiap orang selalu berhubungan dengan orang lain yang sejenis atau berbeda. Interaksi antar organisme dapat dibagi ke dalam beberapa kategori berikut:

- a) Netral, hubungan di mana organisme yang hidup di habitat yang sama tidak mempunyai pengaruh satu sama lain dan tidak menguntungkan atau merugikan salah satu pihak disebut hubungan netral. Misalnya: antara capung dan sapi, antara ayam dan kucing.
- b) Predasi, hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator). Hubungan ini sangat bagus karena hewan tidak dapat bertahan hidup tanpa hewan lain. Sebagai contoh: Singa dan rusa, kijang, burung hantu, dan tikus.
- c) Parasitisme ialah interaksi antara banyak jenis organisme di mana satu parasit hidup di atas parasit lainnya dan memperoleh makanan dari inang, sehingga menyebabkan masalah bagi inang. Contoh: Plasmodium dan manusia, cacing pita dan sapi, mistletoe dan pohon inang.
- d) Komensalisme ialah keterkaitan antara dua spesies berbeda yang hidup bersama dan berbagi makanan, di mana satu spesies diuntungkan dan spesies lainnya tidak dirugikan. Misalnya, anggrek dan pohon tempat tinggalnya, hiu dan ikan remora.
- e) Mutualisme, hubungan antara dua spesies yang berbeda yang saling menguntungkan. Sebagai contoh: Bakteri Rhizobium yang hidup di bintil akar kacang-kacangan, bunga, dan lebah.

2) Interaksi antar populasi

Interaksi antar populasi diantaranya interaksi langsung atau tidak langsung antara suatu kelompok dengan kelompok lain dalam suatu populasi. Contoh interaksi kelompok adalah sebagai berikut:

- a) Alelopati, hubungan antar kelompok terjadi jika satu kelompok menciptakan bahan kimia yang menghalangi pertumbuhan kelompok lain. Contohnya, tumbuhan lain tidak tumbuh di sekitar pohon kenari karena pohon ini mengeluarkan racun. Alelopati pada penyakit disebut resusitasi.
- b) Kompetisi adalah interaksi antara kelompok-kelompok manusia; Ketika sekelompok orang mempunyai kegunaan yang sama, maka akan terjadi persaingan untuk memenuhi kebutuhan mereka. Misalnya, persaingan antara kambing dan sapi di padang rumput, persaingan antara hewan jantan untuk mendapatkan wilayah atau pasangan.

3) Interaksi antar komunitas

Komunitas adalah sekelompok individu yang berbeda yang tinggal di area yang sama, berinteraksi satu sama lain. Contoh komunitas yaitu komunitas sawah dan komunitas air. Komunitas sawah; Terdiri dari banyak organisme seperti padi, belalang, burung, ular, dan tanaman. Komunitas air terdiri dari ikan, ganggang, zooplankton, fitoplankton, dan pengurai. Di kedua populasi tersebut, terdapat interaksi antara komunitas akuatik dan pertanian yang dipengaruhi oleh hama dan penyakit, mulai dari sepeda, air, hingga padi. Interaksi antar komunitas sangat kompleks karena tidak hanya melibatkan organisme tetapi juga aliran energi dan makanan.

4) Interaksi antara komponen biotik dengan komponen abiotik

Interaksi antara elemen biotik dan abiotik menciptakan sebuah ekosistem. Hubungan antara tubuh dan lingkungannya menyebabkan aliran energi dalam tubuh. Ekosistem mengandung energi serta pola makanan, keanekaragaman hayati, dan sumber daya alam lainnya. Berkat interaksi ini, ekosistem menjaga keseimbangan. Pengaturan yang memastikan keseimbangan ini adalah

karakteristik ekosistem. Jika keseimbangan ini tidak tercapai, ekosistem akan berubah dan mencapai keseimbangan baru.

D. Macam-Macam Ekosistem

a. Ekosistem Darat

Ekosistem darat adalah ekosistem yang memiliki tanah sebagai lingkungan fisiknya. Ekosistem darat dibagi menjadi berbagai bioma tergantung pada garis lintang. Bioma adalah area tanah yang unik di wilayah tertentu dan memiliki karakteristik tanaman yang mendominasi wilayah tersebut. Batas antara dua bioma disebut ekoton. Tipe-tipe bioma adalah sebagai berikut:

1) Bioma Gurun

Bioma gurun dan semi-gurun ditemukan di Amerika Utara, Afrika Utara, Australia, dan Asia Barat.

Ciri-ciri :

- a) Curah hujan sangat rendah, ± 25 cm/tahun.
- b) Kecepatan penguapan air lebih cepat dari presipitasi.
- c) Kelembaban udara sangat rendah.
- d) Terdapat perbedaan suhu antara siang dan malam (bisa mencapai 45 derajat di siang hari dan turun menjadi 0 derajat di malam hari).
- e) Tanah sangat tandus karena tidak dapat mengumpulkan air.
- f) Flora: Menumbuhkan tanaman yang beradaptasi dengan daerah kering (plasmafit), seperti kaktus.
- g) Hewan bertubuh besar yang menghuni gurun umumnya memiliki kapasitas untuk mengumpulkan air, seperti unta, sedangkan hewan yang lebih kecil seperti kadal, ular, dan tikus memiliki keistimewaan ini.

2) Bioma Padang Rumput

Bioma rumput berkisar dari daerah tropis hingga daerah beriklim sedang, seperti Hongaria, Rusia bagian selatan, Asia Tengah, Amerika Selatan, dan Australi. Bioma ini mempunyai ciri-ciri:

- a) Jumlah curah hujan adalah 25-50 cm/tahun, dan di beberapa wilayah berumput jumlah curah hujan dapat mencapai 100 cm/tahun.
- b) Curah hujan ringan tidak teratur.

- c) Curah hujan yang terus menerus menyebabkan porositas dan drainase melemah, menyebabkan tanaman sulit untuk menyerap air.
- d) Flora: Tanaman dapat dipindahkan ke area yang tidak memiliki porositas dan drainase berupa rumput, meskipun ada tanaman lain selain rumput.
- e) Fauna: bison dan kuda liar (mustang) di Amerika, gajah dan jerapah di Afrika, domba dan kanguru di Australia. Juga terdapat karnivora seperti hewan singa, serigala, anjing liar, dan cheetah.

3) Bioma Hutan Basah/Bioma Hutan Tropis

Bioma hutan tropis adalah bioma dengan keanekaragaman tumbuhan dan hewan yang tinggi. Bioma ini meliputi lembah Amazon-Orinaco, Amerika Tengah, sebagian besar Asia Tenggara dan Papua Nugini, dan Lembah Kongo di Afrika.

Ciri-ciri:

- a) Curah hujan tinggi dan konsisten sepanjang tahun; 200 hingga 225 cm per tahun.
- b) Cerah sepanjang tahun.
- c) Perubahan suhu sedikit dari bulan ke bulan.
- d) Dengan kondisi yang gelap setiap hari di tempat teduh atau di bawah pepohonan, tidak ada perubahan suhu siang dan malam.
- e) Memiliki iklim mikro : iklim di sekitar organisme
- f) Flora: Ada ratusan spesies tanaman. Pohon-pohon utama setinggi 20 hingga 40meter dengan cabang-cabang yang lebat membentuk pepohonan. Tumbuhan yang ditemukan adalah tanaman merambat dan epifit.
- g) Fauna: Beraktivitas di siang hari atau diurnal di daerah yang cerah. Hewan nokturnal atau hewan yang aktif di malam hari hidup di kanopi dan area tanah.

4) Bioma Hutan Gugur

Karakteristik bioma hutan gugur adalah hilangnya daun selama bulan-bulan musim dingin. Bioma ini ditemukan di Amerika Serikat, Eropa Barat, Asia Timur, dan Chili.

Ciri-ciri bioma hutan gugur:

- a) Curah hujan tetap konstan sepanjang tahun dan curah hujan tahunan adalah 75 - 100 cm.
- b) Terdapat 4 musim: musim panas, musim dingin, musim gugur dan musim semi.
- c) Spesies tanaman yang lebih sedikit dibandingkan dengan bioma hutan tropis.
- d) Jumlah pohon sedikit (10-20) dan tidak terlalu rapat.
- e) Hewan yang ditemukan di hutan gugur antara lain rusa, beruang, serigala, tupai, pelatuk, dan rakun.

5) Bioma Taiga/Konifer

Bioma ini kebanyakan terdapat di daerah antara subtropika dengan daerah kutub, seperti di daerah Skandinavia, Rusia, Siberia, Alaska, dan Kanada. Ciri-ciri:

- a) Terdapat perbedaan suhu antara musim panas dan musim dingin; suhu tertinggi di musim panas dan lebih rendah di musim dingin.
- b) Pertumbuhan tanaman terjadi di musim panas dan berlangsung selama 3 hingga 6 bulan.
- c) Flora: Flora khasnya adalah pohon berdaun jarum/pohon konifer, contoh pohon konifer adalah *Pinus merkusii* (pinus).
- d) Keanekaragaman tanaman di bioma taiga rendah, tanamannya hampir seragam, tumbuhan runjung mendominasi, dan karena hampir seragam, hutan ini disebut hutan homogen.
- e) Fauna: Terdapat beruang hitam, anjing hutan, coyote, dan burung di wilayah ini yang bermigrasi ke daerah tropis dengan datangnya musim dingin. Banyak hewan, seperti tupai dan hewan kecil lainnya, berhibernasi selama bulan-bulan musim dingin.

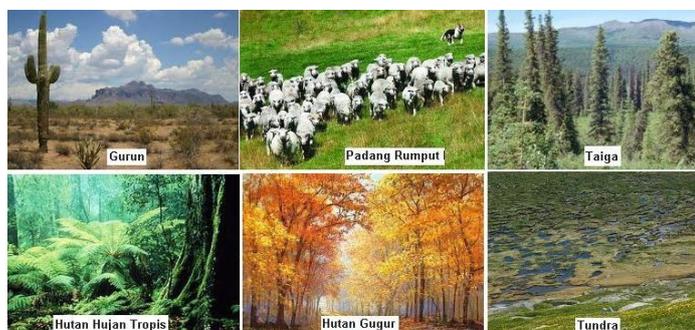
6) Bioma Tundra/Kutub

Bioma ini berada di lingkungan kutub, sehingga iklimnya arktik. Kata tundra berarti dataran tanpa pohon. Vegetasi sebagian besar terdiri dari lumut dan lumut.

Ciri-ciri:

- a) Dapatkan panel surya kecil, dapatkan musim dingin yang panjang yang bisa bertahan hingga 9 bulan, dan dapatkan cahaya yang terang.

- b) Musim panas berlangsung selama tiga bulan ketika tanaman tumbuh.
- c) Fauna khas bioma tundra adalah "Muskoxem" (bison berhulu tebal) dan Reindeer/Caribou (rusa kutub).
- d) Pohon sedikit (10-20) dan tidak terlalu rapat.



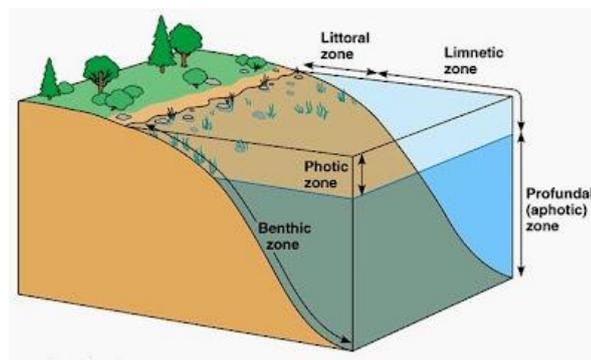
Gambar 2.1 Jenis Bioma Ekosistem Darat
(Sumber: Panji, 2015)

b. Ekosistem Perairan

1) Ekosistem air tawar

Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain:

- a) Perubahan suhu tidak terlalu penting.
- b) Penetrasi cahaya terbatas dan dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan cuaca.
- c) Spesies tanaman yang paling penting adalah ganggang, diikuti oleh tanaman berbiji.
- d) Hampir semua filum hewan dapat ditemukan di air tawar.
 - a. Makhluk hidup dibagi menjadi dua menurut gaya hidupnya yaitu:
- e) Plankton, termasuk fitoplankton dan zooplankton, sering berenang mengikuti arus.
- f) Nekton, hewan yang sering berenang di air seperti ikan.
- g) Neuston, organisme yang mengapung atau berenang di permukaan air atau bertempat pada permukaan air, misalnya serangga air.
- h) Perifiton, merupakan tumbuhan atau hewan yang melekat/bergantung pada tumbuhan atau benda lain, misalnya keong.
- i) Bentos adalah hewan dan tumbuhan yang hidup di dasar laut atau di pasir. Hewan peliharaan dapat menetap (permanen) atau tidak menetap, seperti cacing.



Gambar 2.2 Zona Ekosistem Air Tawar

(Sumber: Panji, 2015)

Contoh ekosistem air tawar adalah:

a) Danau

Danau adalah badan air yang berukuran mulai dari beberapa meter persegi hingga ratusan meter persegi. Danau terbagi menjadi:

- Littoral

Pantai adalah bagian dari pantai yang masih terkena sinar matahari. Area ini merupakan perairan dangkal. Penetrasi sinar matahari adalah yang terbaik. Di zona pantai, produsen utama adalah tanaman berakar (anggota tanaman berbiji) dan tanaman tidak berakar (fitoplankton, ganggang, dan tanaman hijau mengambang). Pada saat yang sama, konsumennya meliputi platyhelminthes, rotifera, oligochaetes, moluska, amfibi, ikan, kura-kura, ular, dan serangga air lainnya.

- Limnetik

Dalam keadaan masih terdapat air dan matahari pun masih bersinar. Proses fotosintesis lebih efisien dengan oksigen (O_2) daripada karbon dioksida (CO_2). Di danau dan kolam, produsen utama adalah fitoplankton dan tanaman air yang mengambang bebas seperti *Eichhornia crassipes*. Selain itu, konsumennya termasuk zooplankton dari copepoda, rotifera, dan berbagai spesies ikan.

- Profundal

Zona abisal adalah bagian dari zona beta di perairan dalam yang tidak menerima sinar matahari. Zona dalam mengandung banyak spesies bakteri dan virus, cacing darah, annelida hemoglobin besar, banyak

krustasea kecil seperti anggota famili Coccinidae, dan larva "hantu" atau Chaoboras (corethra).

- Benthik

Zona benthik adalah area di dasar danau yang berisi sisa-sisa organisme benthik dan organisme mati.

Danau diklasifikasikan sebagai berikut menurut produksi bahan organiknya:

- Danau oligotrofik

Danau oligotrofik adalah danau yang dalam dan miskin nutrisi karena fitoplankton di daerah rawa sangat miskin. Danau ini dicirikan oleh air yang sangat jernih, sedikit situs biologis, dan oksigen yang melimpah di dasar sepanjang tahun.

- Danau Eutrofik

Eutrofikasi mengacu pada danau yang dangkal dan kaya akan nutrisi karena adanya fitoplankton yang menguntungkan. Air yang keruh ditandai dengan banyaknya organisme dan oksigen di dalam lapisannya.

b) Sungai

Sungai adalah aliran air yang mengalir ke satu arah. Airnya dingin, tidak mengandung endapan, dan memiliki nilai gizi yang rendah. Umumnya, sungai dibagi menjadi tiga bagian: hulu, tengah, dan hilir. Setiap bagian memiliki bagian, aliran, dan aktivitas yang berbeda.

- Bagian Hulu

Bagian utara adalah tempat bermuaranya sungai. Sebagian besar berada di daerah pegunungan. Ciri-cirinya adalah air di bagian atas lebih cepat sampai dan airnya lebih dalam. Hal ini karena berada di daerah pegunungan dengan lereng yang datar. Dengan demikian, air akan mengalir dengan cepat. Proses yang terjadi di sini adalah proses erosi yang membuat lembah ini berbentuk huruf V.

- Bagian Tengah

Wilayah tengah sering muncul sebagai lembah berbentuk U karena kondisi di wilayah ini lebih lembut dan tidak terlalu curam. Oleh karena itu,

arus di sini lemah dan oleh karena itu proses erosi tidak signifikan. Infrastruktur dasar di daerah ini adalah transportasi.

- Bagian Hilir

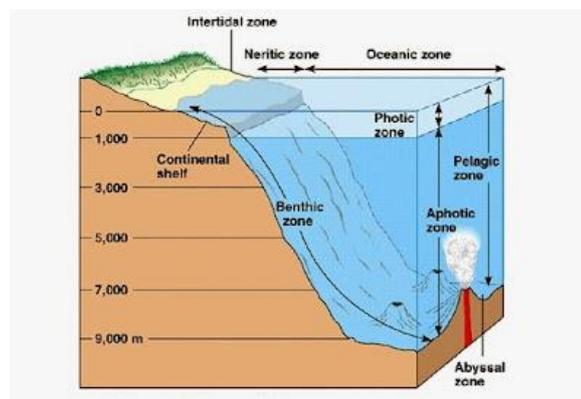
Bagian bawahnya sering ditandai dengan lembah berbentuk U. Hal ini melemahkan aliran air, sehingga proses erosi jarang terjadi di sini. Proses utama yang terjadi di daerah ini adalah transportasi.

c. Ekosistem Air Laut

Ciri-ciri ekosistem air laut:

- a) Kandungan mineralnya tinggi, ion yang paling umum adalah Cl (55%), tetapi kandungan garam dalam air laut bervariasi, ada yang tinggi (seperti di daerah tropis) dan ada yang rendah (batas dingin laut)
- b) Iklim dan cuaca tidak berdampak pada ekosistem laut

Ekosistem laut dibagi menjadi beberapa zona, yaitu zona intertidal, zona neritik, zona pelagik, zona folik, zona bentik, dan zona afotik.



Gambar 2.3 Zona pada Ekosistem Laut
(Sumber: Panji, 2015)

1.) Zona intertidal/litoral

Area ini adalah zona pasang surut di sepanjang pantai, yang disebut zona pasang surut. Zona intertidal dapat berupa pantai, batu karang, atau lumpur. Organisme intertidal meliputi rumput laut, abalon, anemon laut, kepiting, ganggang hijau, teripang, dan bintang laut.

2.) Zona neritic

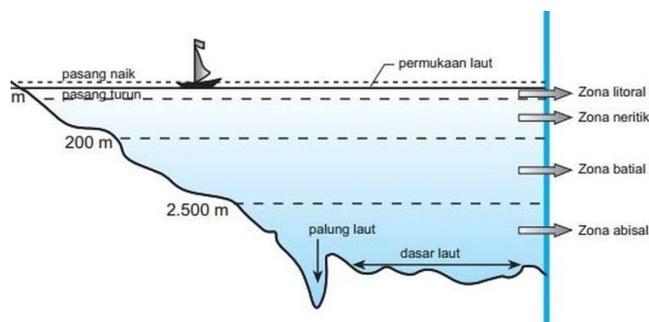
Lautan dangkal berada di antara zona intertidal dan zona pelagis. Kedalaman rata-rata laut dangkal sekitar 200 m. Lautan dangkal di daerah

tropis sering menjadi tempat tinggal terumbu karang. Terumbu karang merupakan rumah bagi ikan tropis dan ikan karang seperti ikan kakatua, angelfish, dan butterflyfish. Organisme lain yang juga hidup di terumbu karang termasuk spons, cacing, krustasea, bulu babi, dan moluska.

3.) Zona pelagik

Kedalaman rata-rata zona pelagis sekitar 4.000 meter dan mencakup sekitar 75% wilayah laut. Produktivitas di daerah ini cenderung lebih rendah karena kandungannya yang buruk. Organisme yang hidup di sini sebagian besar bergantung pada residu organik di zona eufotik. Contoh hewan yang hidup di wilayah ini adalah cumi-cumi raksasa. Menurut kedalamannya, ekosistem laut dibagi menjadi:

- a) Litoral, merupakan wilayah yang berbatasan dengan daratan.
- b) Neretik, adalah wilayah yang masih dapat ditembus cahaya matahari hingga kedalaman ± 300 m.
- c) Batial, yaitu wilayah yang kedalamannya berkisar 200 hingga 2500 m
- d) Abisal, ialah wilayah yang lebih jauh dan lebih dalam dari pantai (1.500-10.000 m)



Gambar 2.4 Zona Ekosistem pada Air Laut Berdasarkan Kedalamannya
(Sumber: Nibras, 2022)

Menurut area horizontalnya, laut dibagi menjadi dua:

- 1) Epipelagik atau lapisan permukaan mengacu pada area air di atas permukaan dan kedalaman sekitar 200 m.
- 2) Mesopelagik atau lapisan atas dan tengah mengacu pada area dengan kedalaman 200m dan 1000 m dibawah permukaan.
- 3) Batiopelagik adalah area yang meliputi lereg tanah dengan kedalaman 200-2.500 m.

- 4) Tebing pelagis mengacu pada area dengan kedalaman 4.000 meter yang tidak dapat ditembus sinar matahari.
- 5) Hadal pelagic adalah bagian terdalam dari lautan, dengan kedalaman lebih dari 6.000 m.

d. Ekosistem Estuari

Estuari adalah tempat bertemunya sungai dengan lautan. Daerah ini sering kali memiliki dataran lumpur yang luas atau rawa-rawa garam. Ekosistem estuari sangat produktif dan kaya nutrisi. Tumbuhan di muara termasuk rumput, ganggang, dan fitoplankton, sedangkan hewan termasuk banyak reptil, kerang, kepiting, dan ikan.

e. Ekosistem Pantai

Ekosistem pantai adalah area di mana daratan dan air bertemu. Ekosistem ini sangat dipengaruhi oleh berbagai jenis arus laut yang ada. Karena alasan ini, tanaman dan hewan yang hidup di pantai biasanya berubah dengan menempel pada substrat yang keras agar tidak tergilas ombak. Bagian atas ekosistem pantai hanya tergenang air saat banjir.

Daerah ini menjadi habitat bagi banyak spesies moluska, ganggang, kerang-kerangan, dan burung pantai. Pada saat yang sama, bagian pantai tergenang air saat air laut pasang dan surut. Ini adalah rumah bagi banyak organisme seperti anemon laut, kerang, siput, ganggang, hewan invasif dan lainnya. Pada saat yang sama, bagian terdalam dari ekosistem pantai adalah rumah bagi banyak invertebrata, mulai dari ikan hingga berbagai rumput laut.

f. Ekosistem Buatan

Sederhananya, lingkungan buatan manusia, atau "ekosistem buatan manusia", adalah lingkungan yang diciptakan oleh rekayasa manusia dengan tujuan untuk memenuhi dan melampaui kebutuhan individu atau sekelompok orang. Ekosistem buatan ini didukung oleh dunia luar. Tumbuhan dan hewan sangat dipengaruhi oleh manusia, sehingga keanekaragamannya dapat dikatakan cukup rendah. Ada banyak contoh ekosistem buatan manusia:

- 1.) Ekosistem Bendungan.
- 2.) Ekosistem Tanaman Produksi misalnya hutan jati dan atau hutan pinus.
- 3.) Ekosistem Sawah Irigasi.

- 4.) Ekosistem Perkebunan misalnya sawit, teh, cengkeh dan masih banyak lagi lainnya.
- 5.) Ekosistem Tambak.
- 6.) Ekosistem ladang.

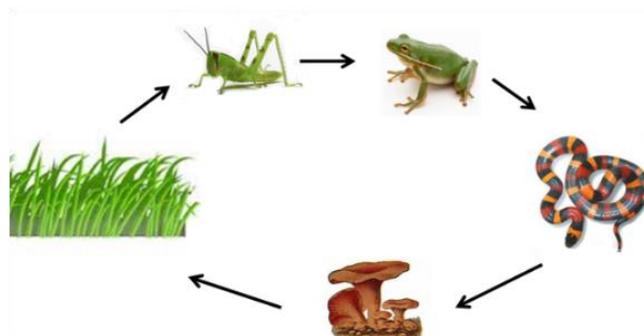
g. Aliran Energi dalam Ekosistem

Aliran energi adalah perpindahan satu jenis energi ke jenis energi lainnya, mulai dari matahari ke produsen, konsumen, bisnis, dan pengguna tingkat tinggi, dan organisme yang membusuk di dalam tanah. Siklus ini terjadi dalam ekosistem. Selama berlangsungnya fotosintesis, energi cahaya dikonversi menjadi energi kimia dan selanjutnya dikirim ke konsumen primer, sekunder dan tersier. Pada akhirnya, energi ini dilepaskan sebagai panas selama penguraian, yang kemudian dipancarkan ke lingkungan dan tidak dapat dipulihkan.

E. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan

1) Rantai Makanan

Rantai makanan adalah pertukaran materi dan energi. Setiap tingkat rantai makanan disebut sebagai tingkat trofik, atau tingkat trofik pot. Karena tumbuhan hijau statusnya sebagai organisme pertama yang mampu menghasilkan makanan, belalang diklasifikasikan sebagai produsen pada tingkat trofik pertama. Ambang trofik pertama terdiri dari herbivora, yang juga dikenal sebagai konsumen primer. Konsumen sekunder, atau trofik tersier, mencakup hewan yang berfungsi sebagai konsumen primer. Konsumen puncak adalah organisme dengan tingkat trofik yang sangat tinggi. Ketika energi ditransfer dari satu ambang trofik ke ambang trofik lainnya, sebagian energi akan hilang.



Gambar 2.5 Rantai Makanan
(Sumber: Laily, 2024)

Makanan pada gambar di atas menunjukkan urutan di mana rumput dimakan oleh rumput, rumput dimakan oleh katak, dan katak dimakan oleh ular. Ketika ular mati, tubuhnya akan membusuk dan jamur akan mencerna tubuhnya untuk menghasilkan nutrisi yang diperlukan untuk perkembangan serta pertumbuhan tanaman. Maka dari itu, kita dapat mendefinisikan produk makanan sebagai berikut:

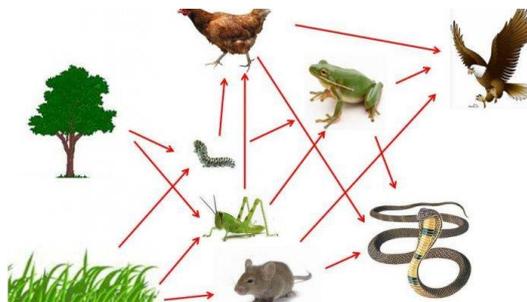
- Rumput bertindak sebagai produsen.
- Belalang sebagai konsumen I (kerbivora)
- Katak sebagai konsumen II (karnivora)
- Ular sebagai konsumen III/konsumen puncak (karnivora)
- Jamur sebagai dekomposer

Ada tiga jenis rantai yang menghubungkan berbagai tingkat trofik dalam rantai makanan:

- a) Rantai pemangsa adalah hubungan makan yang terjadi di alam ketika pemburu membunuh mangsanya. Sebagai contoh, seekor kelinci ditelan oleh seekor ular dan kemudian oleh seekor elang.
- b) Rantai saprofit merupakan sumber makanan bagi bakteri untuk mengurai bahan organik. Fenomena ini terjadi karena penguraian organisme seperti bakteri. Sebagai contoh, burung elang yang mati diuraikan oleh bakteri.
- c) Rantai parasit, Hama serangga adalah rantai makanan di mana hama berpartisipasi, seperti hubungan antara pohon besar dan serangga, atau antara manusia dan kutu.

2) Jaring-Jaring Makanan

Jaring makanan adalah kumpulan hubungan trofik. Jaring makanan adalah kondisi di mana semua organisme dapat memakan konsumen pada tingkat tertentu dan produk makanan saling berhubungan dalam apa yang disebut rantai makanan.



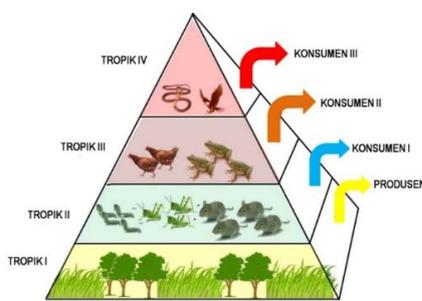
Gambar 2.6 Jaring-jaring Makanan

(Sumber: Mutiara, 2020)

Perbedaan antara jaring-jaring makanan dan rantai makanan adalah bahwa dalam jaring-jaring makanan, organisme dalam jaring-jaring makanan adalah organisme tunggal, sedangkan dalam jaring-jaring makanan, bakteri memakan banyak penyakit.

F. Piramida Ekologi

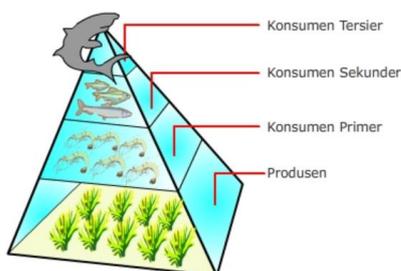
Piramida ekologi merupakan hubungan antara organisme trofik dalam suatu ekosistem digambarkan sebagai sebuah piramida yang ukurannya dapat diperkecil sesuai dengan tingkat trofik. Piramida ini, yang sering dikenal sebagai piramida ekologi, adalah diagram abstrak yang menggambarkan kerangka kerja ekologi lingkungan dan pemanfaatan sumber daya alam. Di bawah ini adalah contoh diagram piramida ekologi.



Gambar 2.7 Piramida Ekologi
(Sumber: Nandy, 2022)

Produsen selalu berada di bagian bawah piramida ekologi. Ada konsumen kelas satu dan kelas dua yang tercantum di atas. Lebih tinggi dari tingkat trofik organisme, lebih sedikit organisme yang ada di lingkungan. Ada tiga jenis piramida ekologi berdasarkan fungsinya: piramida biomassa, piramida energi, dan piramida kelimpahan. Setiap tipe memiliki perbedaan dan kesulitan dalam mengekspresikan hubungan antara struktur ekosistem dan komponen-komponen fungsionalnya.

1) Piramida Jumlah

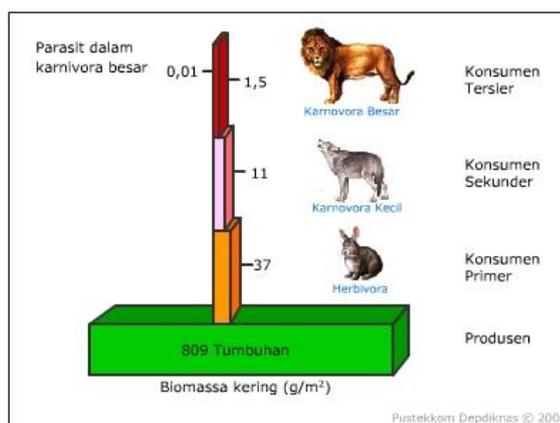


Gambar 2.8 Piramida Jumlah
(Sumber: Sudarmanto, 2011)

Jenis ini mengukur kelimpahan relatif penyakit di suatu area, dengan mempertimbangkan dampak dari ternak dan hewan. Jumlah bakteri dihitung per area zona. Lebih tinggi ambang batas trofik suatu organisme dalam piramida ini, lebih sedikit organisme yang berada di lingkungan sekitarnya.

2) Piramida Biomassa

Biomassa adalah perkiraan total massa organisme (biomassa) dan menggambarkan berbagai tingkat makanan yang ada di satu tempat pada satu waktu. Mengukur setiap individu dalam ekosistem dan mencatat massa keringnya. Ukuran ini biasanya dilaporkan dalam gram per area (berat kering) (g/m^2 atau kg/ha). Piramida biomassa dibuat secara simultan oleh semua kelompok biologis manusia. Pendekatan ini dianggap lebih efektif daripada menggunakan piramida dalam menjelaskan hubungan antara nutrisi biologis.



Gambar 2.9 Piramida Biomassa
(Sumber: Malik, 2011)

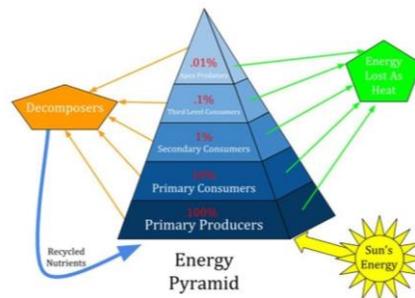
Piramida biomassa terdapat 2 kategori, seperti piramida biomassa tegak atau piramida biomassa terbalik.

- Piramida biomassa tegak menunjukkan bahwa ukuran total semua produsen dalam suatu ekosistem lebih besar daripada ukuran total konsumen pada tingkat yang sama. Piramida ini sering ditemukan di ekosistem darat.
- Di sisi lain, piramida biomassa terbalik menunjukkan bahwa pada levelnya, total produksi lebih kecil dari total massa konsumen. Meskipun jumlah produsen sedikit, mereka dapat mendukung kelangsungan hidup konsumen. Ilustrasi piramida biomassa terbalik ditemukan pada ekosistem perairan.

3) Piramida Energi

Piramida energi memperlihatkan aliran energi dari produsen ke konsumen hingga ke produsen makanan. Pada setiap tingkat trofik, jumlah energi yang diperoleh akan berkurang saat Anda memasuki tingkat trofik berikutnya. Oleh karena itu, struktur piramida terbentuk, dengan produsen di bagian atas, yang menerima dan memiliki daya terbesar, diikuti oleh kelompok trofik yang lebih tinggi. Penurunan daya kerja disebabkan oleh banyak faktor:

- Karena makanan tidak selalu keluar dengan bersih sempurna; terkadang, ada beberapa bagian yang tidak bersih dan zat asing (residu) yang muncul.
- Beberapa makanan kecil yang digunakan organisme pada ambang batas trofik.
- Sebagian energi yang diterima, pertama-tama diubah menjadi energi aktif.



Gambar 2.10 Piramida Energi

(Sumber: Zuhriyah, 2024)

c. Daur Biogeokimia

Siklus biogeokimia menggambarkan pergerakan senyawa kimia melalui organisme hidup sebelum kembali ke lingkungan fisik. Zat-zat yang membentuk tubuh tubuh terbuat dari zat kimia yang tidak dapat habis karena bertindak sebagai materi. Beberapa komponen penting termasuk siklus air, karbon, nitrogen, fosfor, dan sulfur.

1) Siklus Air



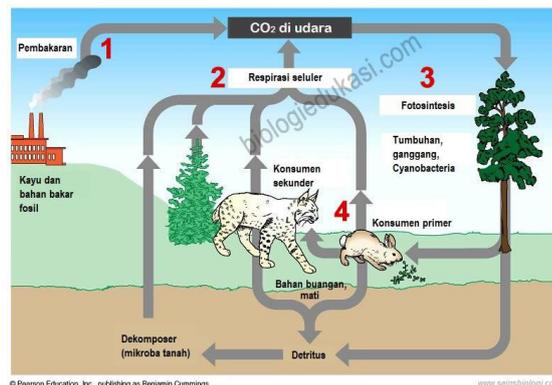
Gambar 2.11 Siklus Air

(Sumber: Hidayat, 2021)

Proses siklus air dilakukan sebagaimana berikut ini:

- Air tanah bisa diklasifikasikan sebagai air permukaan, seperti danau, rawa, air tanah, atau lautan.
- Siklus air dibagi ke dalam dua bagian: siklus pendek serta siklus panjang.
- Ketika air laut menguap, terjadi siklus air yang singkat, kemudian uap air mengembun di udara dingin dan berubah menjadi air, yang akhirnya mengalir kembali ke laut sebagai hujan.
- Siklus panjang air terdiri dari uap air yang terbentuk dari beberapa proses penguapan seperti masuk ke dalam tanah sebagai hujan, mengalir ke sungai atau merembes ke dalam tanah, dan kemudian kembali ke laut.

2) Siklus Karbon



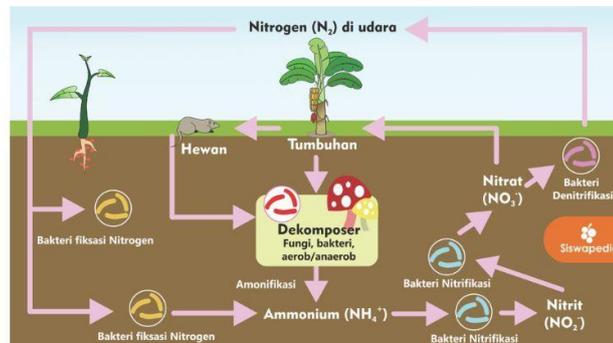
Gambar 2.12 Siklus Karbon
(Sumber: Yog, 2017)

Proses siklus karbon dilakukan sebagaimana berikut ini:

- Karbon dioksida (CO_2) ditemukan di udara dan dapat dilarutkan dalam air
- Karbon dioksida diubah menjadi karbohidrat melalui fotosintesis pada tanaman darat dan fitoplankton air. Selain itu, proses ini memproduksi oksigen (O_2) yang kemudian dibebaskan ke atmosfer.
- Konsumen menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi. Konsumen yang bernafas juga menghasilkan karbon dioksida yang merusak ozon, yang dilepaskan ke atmosfer.

- d) Organisme yang bergerak lambat menghasilkan karbon dalam wujud minyak serta batu bara.

3) Siklus Nitrogen



Gambar 2.13 Siklus Nitrogen

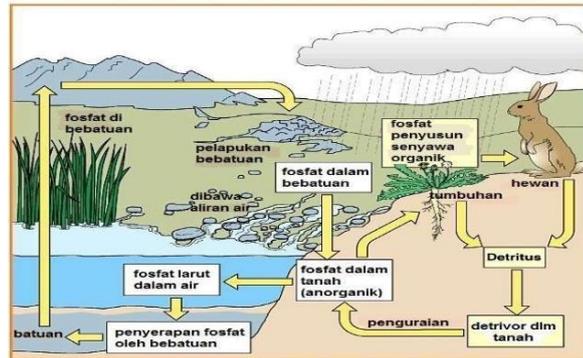
(Sumber: Rahayu, 2022)

Proses siklus nitrogen dilakukan sebagaimana berikut ini:

- Tanaman mampu menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO₃), meskipun udara mengandung sekitar 80% nitrogen bebas (N₂).
- Di dalam bintil akar kacang-kacangan, beberapa jenis bakteri dan ganggang dapat mengubah nitrogen di udara menjadi bentuk yang dapat digunakan.
- Petir turut mengeluarkan senyawa seperti O dan N₂, yang kemudian diserap oleh hujan membentuk nitrit serta nitrat.
- Bakteri memecah tulang dan produk limbah untuk menghasilkan amonium.
- Bakteri tanah denitrifikasi mengubah nitrat menjadi nitrogen bebas, yang kemudian dikembalikan ke atmosfer.

4) Siklus Fosfor

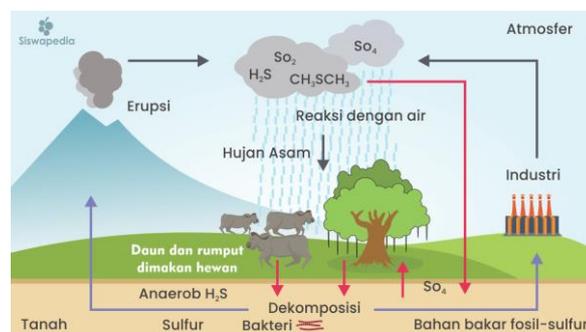
Fosfor memainkan peran utama dalam kehidupan organisme hidup. Awalnya, fosfor disintesis sebagai adenosin trifosfat (ATP), yakni sumber energi. Selain itu, fosfat yang mudah larut bisa digunakan secara diam-diam sebagai nutrisi penting dalam sintesis protein tanaman. Fosfor dalam makanan dapat bercampur dengan banyak nutrisi. Setelah organisme mati, fosfor dapat dipindahkan ke tanah dengan proses penguraian. Fosfat dalam kotoran burung dan ikan turut berperan dalam pelepasan fosfor ke lingkungan, dan guano juga dapat dikembalikan ke tanah sebagai endapan fosfor.



Gambar 2.14 Siklus Fosfor
(Sumber: Hunaepi, 2019)

5) Siklus Belerang/Sulfur

Belerang berada dalam kondisi sulfat anorganik. Bakteri mengubah belerang menjadi sulfur, sesekali menjadi hidrogen sulfida atau sulfur dioksida. Karena degradasi bahan organik, hidrogen sulfida memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap kehidupan akuatik. Tumbuhan menggunakan ion sulfat untuk produksi protein. Ketika jaringan tanaman atau hewan mati, jaringan tersebut akan terurai. Beberapa bakteri memiliki kemampuan untuk mengubah hidrogen sulfida kembali menjadi ion sulfat. Sulfida dan besi dalam sedimen bereaksi menghasilkan endapan besi sulfida (FeS).



Gambar 2.15 Siklus Belerang
(Sumber: Lestari, 2020)

d. Perubahan Ekosistem

Ekosistem adalah sistem yang terus berubah yang struktur atau fungsinya tidak tetap. Perubahan ini dapat berupa perubahan kecil dengan dampak yang kecil, atau dapat berupa perubahan besar yang mempengaruhi stabilitas interaksi ekosistem.

Hal-hal berikut ini dapat menyebabkan perubahan pada ekosistem:

a) Perkembangan secara alami.

Perubahan alami akan terjadi pada ekosistem menuju keadaan seimbang yang disebut dengan suksesi.

b) Perubahan karena faktor luar.

Ekosistem dapat diubah oleh banyak faktor eksternal, terutama aktivitas manusia. Sebagai contoh, penyebab utama dari perubahan ekosistem ini ialah aktivitas manusia seperti penggunaan material yang tidak berkelanjutan dan penggunaan lahan yang tidak tepat.

e. **Suksesi**

Proses perubahan di mana orang terus berlanjut dalam satu arah disebut suksesi. Kemajuan ini terjadi sebagai respons terhadap perubahan lingkungan fisik masyarakat. Suksesi berakhir ketika masyarakat mencapai tingkat puncak ekosistem, yang ditandai dengan stabilitas maksimum dan tidak ada perubahan lebih lanjut.



Gambar 2.16 Tipe Suksesi
(Sumber: Nycts, 2023)

- Suksesi primer

Contoh klasik dari kisah sukses yang luar biasa adalah peristiwa di Krakatau, Jawa Barat. Pada tahun 1883, Gunung Krakatau meletus dan menewaskan semua penduduk setempat. Satu abad kemudian, hutan kembali tumbuh di daerah tersebut. Kolonisasi dimulai dengan lumut dan beberapa lumut lainnya. Asam yang dihasilkan oleh lumut memecah matriks batuan, menciptakan sedikit tanah.

Tanah tambahan dihasilkan oleh pelapukan dan penyebaran angin. Penghancuran lumut dan pengaruh pelapukan memungkinkan lumut lain untuk berkoloni dengan menambahkan sedikit humus. Pertumbuhan baru setiap musimnya menyediakan bahan organik yang perlahan-lahan terurai dan akhirnya berubah menjadi humus. Pada saat yang sama, tanah yang cukup dapat mendukung pertumbuhan pakis yang ideal, kemudian rerumputan, semak belukar, dan akhirnya tanaman tinggi seperti pohon.

Biji, spora, dan jenis benih lainnya dapat berpindah melalui angin, air, atau hewan untuk mencapai substrat baru. Organisme pertama yang dapat ditemukan di sana disebut tanaman perintis atau sayuran perintis. Mereka dinamakan demikian karena mereka dapat menciptakan keselarasan dan menciptakan peluang bagi kehidupan biologis lainnya. Sukses yang terjadi di daerah yang sebelumnya bebas penyakit dinamakan sukses primer.

- Sukses Sekunder

Strategi kedua adalah keberhasilan tingkat kedua. Keberhasilan terjadi ketika suatu komunitas atau ekosistem terkena dampak negatif atau terganggu oleh aktivitas alam atau manusia. Banjir dan kebakaran tidak menghancurkan segalanya. Dampak-dampak tersebut antara lain kebakaran, banjir, gelombang laut, penggundulan hutan, dan angin kencang.

G. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Tahun	Hasil
Kirani Aprianti	Efektivitas Aplikasi <i>Ethno-edugames</i> untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik Kelas XI pada Materi Sistem Imun di MA Darul Ma'arif	2022	Hasil eksperimen menunjukkan bahwa di kelas eksperimen sebanyak 13 peserta didik termasuk ke dalam kategori sedang (65%) sementara 7 orang termasuk ke dalam kategori rendah (35%). Di sisi lain, kelas kontrol

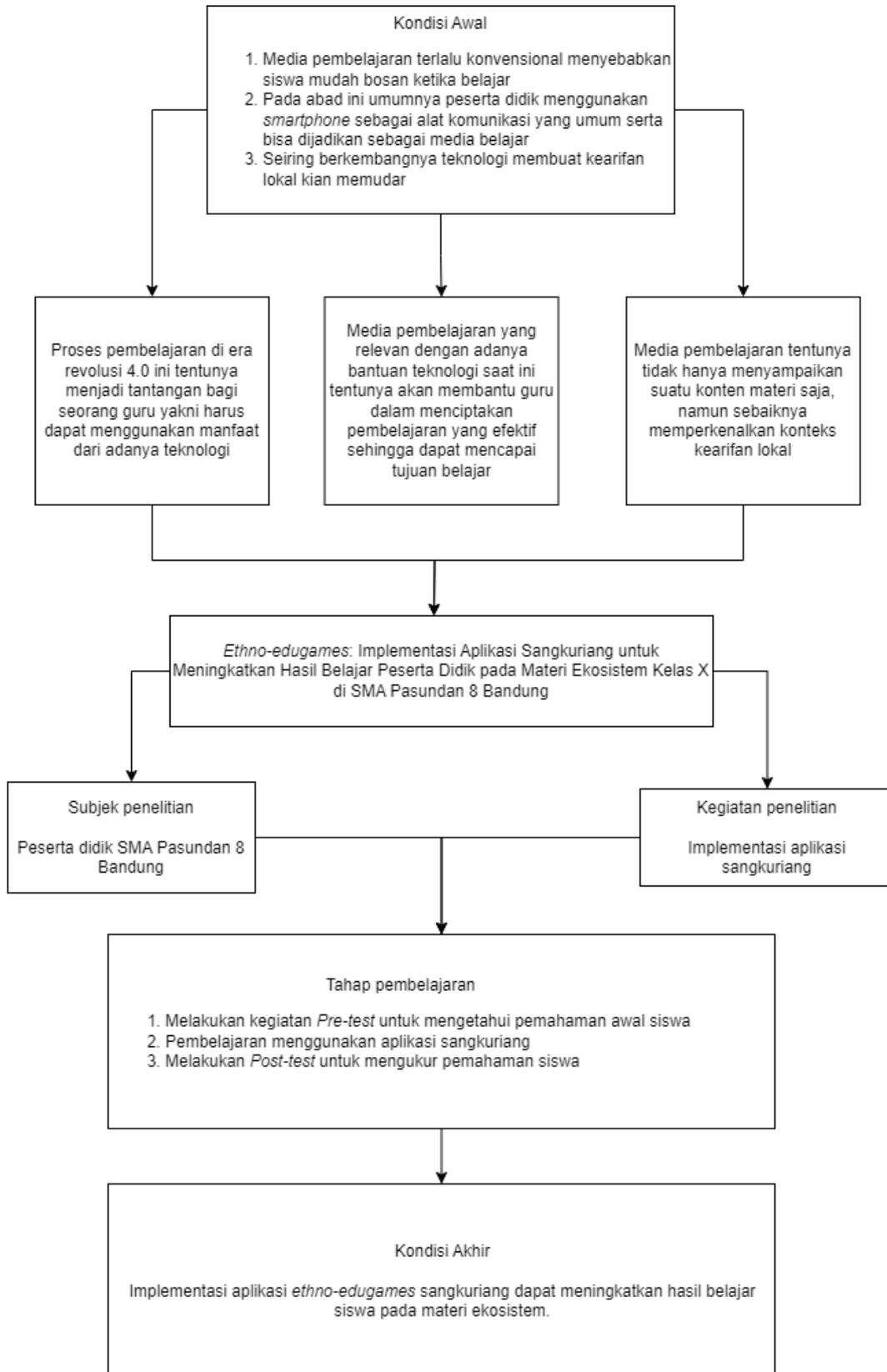
Penulis	Judul	Tahun	Hasil
			seluruh peserta didik termasuk dalam kategori rendah (100%). Dengan demikian, terdapat peningkatan hasil belajar peserta didik di kelas eksperimen daripada kelas kontrol yang menunjukkan bahwa aplikasi <i>Ethno-edugames</i> efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik.
Sakdah	Implementasi Kahoot Sebagai Media Pembelajaran Berbasis <i>Game Based Learning</i> Terhadap Hasil Belajar dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0	2022	Hasil uji hipotesis dengan menggunakan uji <i>Paired Samples Test</i> menunjukkan bahwa nilai Sig (2 tailed) sebesar 0,000 artinya bahwa nilai sig < 0,05. Sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan itu disimpulkan bahwa media kahoot memiliki pengaruh terhadap hasil belajar peserta didik kelas V pada materi Ekosistem di Sekolah Dasar Islam Terpadu Permata Cendekia Kabupaten Simalungun.

Penulis	Judul	Tahun	Hasil
Ester	Perbedaan Pendekatan Etnopedagogi terhadap Hasil Belajar PKN Peserta didik Kelas V di SDN 10 Sigaol Simbolon Kecamatan Palipi Kabupaten Samosir	2022	Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar PPKn yang diajarkan dengan pendekatan etnopedagogi lebih tinggi dibandingkan dengan hasil belajar PPKn yang diajarkan dengan pendekatan konvensional (Fhitung=21,164 dan nilai sig. 0,000>0,05).

H. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan suatu dasar penelitian yang diantaranya terdiri dari penggabungan antara teori, observasi, fakta, serta kajian pustaka yang nantinya dijadikan sebagai dasar untuk melakukan kegiatan penelitian. Kerangka pemikiran ini disusun berdasarkan faktor-faktor penting dari kondisi awal yang dianggap sebagai prasyarat bagi peneliti untuk melakukan penelitian.

Kerangka dalam penelitian yang berjudul “*Ethno-edugames: Implementasi Aplikasi Sangkuriang untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik pada Materi Ekosistem Kelas X di SMA Pasundan 8 Bandung*”. Dalam kerangka pemikiran menjelaskan bahwa pada era revolusi 4.0 ini proses pembelajaran menjadi tantangan bagi seorang guru dan tentunya dengan adanya perkembangan teknologi yang signifikan, guru akan terbantu untuk menciptakan proses pembelajaran efektif yang kemudian diharapkan bisa meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi ekosistem. Salah satu teknologi yaitu menggunakan *games* sebagai media pembelajaran dan bukan hanya itu media pembelajaran juga harus dapat dijadikan sebagai alat untuk melestarikan kearifan budaya lokal.



Gambar 2.17 Kerangka Berpikir
(Sumber: Peneliti, 2024)

I. Asumsi dan Hipotesis Penelitian

1. Asumsi

Dengan adanya aplikasi *ethno-edugames* sebagai media pembelajaran yang ada pada *smartphone* maka akan meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi ekosistem. Karena peserta didik berperan aktif pada kegiatan pembelajaran yang menggunakan aplikasi tersebut. Aplikasi *ethno-edugames* tentunya tidak hanya penyampaian materi saja, namun di dalamnya memperkenalkan konteks kearifan lokal yang tentunya akan membantu guru mewujudkan kegiatan belajar yang efektif serta menyenangkan yang bertujuan dalam rangka mewujudkan tujuan pembelajaran serta meningkatkan hasil belajar peserta didik.

2. Hipotesis

Berdasarkan temuan-temuan penelitian dan asumsi-asumsi yang telah diklarifikasi, maka dibuatlah hipotesis sebagai berikut:

H_0 = Aplikasi *ethno-edugames* Sangkuriang tidak dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi ekosistem.

H_a = Aplikasi *ethno-edugames* Sangkuriang dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi ekosistem.